

*Japanese Patent Second Publication No. 6-78955*

A torque sensor is disclosed which includes a mold member

4. The mold member 4 has a doughnut-shaped magnetic member embedding portion 4b formed on an end thereof. The magnetic member embedding portion 4b has a cutaway portion (i.e., an end surface) 4c oriented perpendicular to an axial direction. The magnetic member embedding portion 4b has disposed therein eight magnetic members 5a having N-poles oriented to the end surface 4c and eight magnetic members 5b having S-poles oriented to the end surface 4c which are arranged alternately at regular intervals coaxially with each other.

*Japanese Patent Second Publication No. 6-78956*

A torque sensor is disclosed which includes a mold member

15 4. The mold member 4 has a doughnut-shaped magnetic member embedding portion 4b formed on an end thereof. The magnetic member embedding portion 4b has a cutaway portion (i.e., an end surface) 4c oriented perpendicular to an axial direction. The magnetic member embedding portion 4b has disposed therein eight magnetic members 5a having N-poles oriented to the end surface 4c and eight magnetic members 5b having S-poles oriented to the end surface 4c which are arranged alternately at regular intervals coaxially with each other.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 特許公報 (B2)

(11)特許出願公告番号

特公平6-78955

(24) (44)公告日 平成6年(1994)10月5日

(51)Int.Cl.  
G 0 1 L 3/10識別記号 庁内整理番号  
F

F I

技術表示箇所

## 発明の数 1(全 8 頁)

(21)出願番号 特願昭61-302092  
 (22)出願日 昭和61年(1986)12月17日  
 (65)公開番号 特開昭63-153439  
 (43)公開日 昭和63年(1988)6月25日

(71)出願人 99999999  
 株式会社ユニシアジックス  
 神奈川県厚木市恩名1370番地  
 (72)発明者 猪尾 伸一  
 神奈川県厚木市恩名1370番地 厚木自動車  
 部品株式会社内  
 (74)代理人 弁理士 青木 勝夫 (外1名)  
 審査官 治田 義孝  
 (56)参考文献 特開 昭59-46526 (JP, A)  
 実開 昭55-36354 (JP, U)

## (54)【発明の名称】 トルクセンサ

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】第1シャフトの先端部を捩れ変位の発生が可能な構造として第2シャフトに連結し、この連結部の周囲を取り囲むように所定数のN極およびS極を固定磁極として交互に配設して第2シャフトに固定し、これらのN極およびS極と同数の第1ピックアップ路および第2ピックアップ路をそれぞれ各磁極の中間位置に対向するように配設するとともに、第1、第2ピックアップ路を流れる磁束の変化を検出する磁気検出素子を第1シャフトに非接触で設け、第2シャフトに対して第1シャフトが捩れ変位したとき前記N極が第1ピックアップ路あるいは第2ピックアップ路の何れの側に近接するかによって第1、第2ピックアップ路を流れる磁束量を変化させ、この磁束の変化から第2シャフトに対する第1シャフトの捩れ変位を検出するようにしたことを特徴とする

## トルクセンサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【産業上の利用分野】

本発明はトルクセンサ、特に回転トルクを非接触で測定するトルクセンサに関する。

## (従来の技術)

一般に、回転駆動力によって駆動される機器の数は非常に多く、その適用分野は多岐に亘っている。このような機器の制御にはトルク制御が重要な位置を占める場合が少なくない。すなわち、トルクは回転駆動系の制御を行う際の最も基本かつ重要なパラメータの1つであり、トルクと回転数の情報を得るとそれらの積が馬力に比例するので動力の発生状態および伝達状態を把握することが可能になる。

従来のトルクセンサとしては、例えばこれを車両のステ

アーリングホイールへ加えられる操舵力を検出する操舵力検出装置に適用してものとして、特開昭54-17228号公報に記載のものがある。この装置では、ステアリングホイールとステアリングシャフトとを弾性体を介して連結し、操舵時に操舵トルクの大きさに応じて弾性体に生じる捩れ作用によりステアリングホイールとステアリングシャフトとの間に生じる相対捩れ変位をステアリングホイールとステアリングシャフトとの間に介装された接点のON-OFFにより検出している。ところが、このような装置では捩れ変位によりON-OFFされる接点やマイクロスイッチ等を配設するため、これらの接点の配設に高度な工作精度が要求され、また、ONとなる相対捩れ変位量やOFFとなる相対捩れ変位量を個々に設定するのが困難であるという問題点がある。また、特開昭55-44013号公報に記載の装置は、ステアリングホイールから操舵トルクが伝達される入力軸にストレインゲージ等の電気的変位検出部を設け、路面抵抗に比例したステアリングホイールから入力する操舵トルクに応じて生ずる入力軸の相対捩れ変位を検出するものであるが、入力軸の捩れ変位を検出するのにストレインゲージ等の電気的変位検出器を入力軸に固定させていたため、温度変化の影響を受け易く、その作動が不安定で、信頼性に欠けるという問題点があった。

そこでこのような不具合を解消するものとしてさらに、特開昭58-194664号、特開昭58-218627号、特開昭58-105877号、実開昭57-192872号、実開昭58-101153号、特開昭58-5626号、特開昭61-21861号の各公報に示されたようなものが知られている。

例えば、特開昭58-194664号に記載の装置では、一端にステアリングホイールに連結され他端がステアリングギアに連結されたコラムシャフトを分割し、この分割された2つのシャフトが弾性体を介して相対的な回動変位を可能にするように連結された操舵装置に設けられ、これら2つのシャフトの相対回動変位を軸方向変位に変換して、軸方向変位の大きさによりステアリングホイールに加えられる操舵力を検出している。また、トーションバー機構の捩りを静電容量の変化に変換したものとして上記特開昭61-21861号に記載されたものがある。

#### (発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、このような従来の装置にあっては、トーションバー機構の捩れ変位をスイッチ等の部材を用いて検出するものや相対回動変位を軸方向変位に変換するもの等のいわゆる接触型のトルクセンサでは、構造が複雑で検出器の機構的、電気的部品点数が多く、かつ取付けに際して相当の精度が要求されるため、製造コストの増大を招くばかりか温度・湿度等の環境変化により検出精度が悪化することがある。すなわち、センサとしてトルクの検出を行う場合、回動軸が対象であるため、耐摩耗性、保安性等の信頼性の面から非接触型のトルクセンサが望ましい。一方、非接触型のトルクセンサであって

も、例えば捩れ変位の量を光電的に検出するようにしたもの（上記特開昭58-5626号公報参照）では、特に汚れの激しい場所で使用できないことがある。また、以上のようないくつかの問題点に加えて接触型、非接触型の何れのトルクセンサにあっても、従来の装置では回転変位の方向（すなわち、トルクの働く方向）の検出や静止トルクの検出は相当困難であって、これらの諸問題を解決したトルクセンサは未だ実現されていない。

このように、エンジンや電動機等の回転駆動部をコントロールする際に極めて重要なパラメータとなる回転および静止トルクを非接触で正確に低コストで検出できるトルクセンサの出現が望まれている。

#### (発明の目的)

そこで本発明は、温度・湿度等の環境変化や汚れによる影響を受けない磁界という物理量に着目し、捩れ変位を所定の構造により磁束量の変化に変換し、この磁束量の変化を非接触で検出して捩れ変位を測定することにより、構造が簡単で応答性が良く静止、回転に拘らず低コストでトルクを検出できる非接触型のトルクセンサを提供することを目的としている。

#### (問題点を解決するための手段)

本発明によるトルクセンサは上記目的達成のため、第1シャフトの先端部を捩れ変位の発生が可能な構造として第2シャフトに連結し、この連結部の周囲を取り囲むように所定数のN極およびS極を固定磁極として交互に配設して第2シャフトに固定し、これらのN極およびS極と同数の第1ピックアップ路および第2ピックアップ路をそれぞれ各磁極の中間位置に対向するように配設するとともに、第1、第2ピックアップ路を流れる磁束の変化を検出する磁気検出素子を第1シャフトに非接触で設け、第2シャフトに対して第1シャフトが捩れ変位したとき前記N極が第1ピックアップ路あるいは第2ピックアップ路の何れの側に近接するかによって第1、第2ピックアップ路を流れる磁束量を変化させ、この磁束の変化から第2シャフトに対する第1シャフトの捩れ変位を検出するようにしたことを特徴とするトルクセンサを備えている。

#### (作用)

本発明では、第1シャフトの先端部を捩れ変位の発生が可能な構造として第2シャフトに連結され、この連結部の周囲を取り囲むように所定数のN極およびS極を固定磁極として交互に配設されて第2シャフトに固定されるとともに、これらのN極およびS極と同数の第1ピックアップ路および第2ピックアップ路をそれぞれ各磁極の中間位置に対向するように配設される。また、第1、第2ピックアップ路を流れる磁束の変化を検出する磁気検出素子を第1シャフトに非接触で設けられる。そして、第2シャフトに対して第1シャフトが捩れ変位したとき前記N極が第1ピックアップ路あるいは第2ピックアップ路の何れの側に近接するかによって第1、第2ピック

5  
アップ路を流れる磁束量が変化し、この磁束の変化から第2シャフトに対する第1シャフトの摆れ変位が非接触で検出される。したがって、構造が簡単で応答性が良く静止・回転に拘らず低コストでトルクが精度良く測定できる。

・(実施例)

以下、本発明を図面に基づいて説明する。

第1～6図は本発明の一実施例を示す図であり、第1図は本実施例の分解斜視図、第2図は縦側面図、第3図は正面図である。

まず、構成を説明する。第1図において、1は第1シャフトであり、第1シャフト1は摆れ剛性を若干低くするための小径部2を介して第2シャフト3に連結されており、図中A、Bで示すような第1シャフトの円周方向の回転力を小径部2を経由して第2シャフト3に伝達する。また、第2図の縦側面図に示すように第2シャフト3の外周面3aには小径部2を包み込むようにして形成された円筒形のモールド部材(非磁性材)4の尖端部4aが嵌合・固着されており、モールド部材4は後述するピックアップ部材7およびホール素子13等と一対となってトルク検出機構21を構成している。一方、モールド部材4の他端側にはドーナツ型の磁性体埋込み部4bが形成され、磁性体埋込み部4bは軸方向に対しても垂直となるような切面(端面)4cを有し、磁性体埋込み部4bには端面4cにN極を臨むように配置した磁性体5aと、端面4cにS極を臨むように配置した磁性体5bとがそれぞれ8個づつ交互に同心円状でかつ等間隔になるように配設されている。さらに、各磁性体5a、5bの他端部は円環状のコモンリング6に連結されており、コモンリング6は各磁性体5a、5bから発する磁界について閉ループ状の磁気通路の一部を形成する。コモンリング6および各磁性体5a、5bは磁性体埋込み部4b内に埋設され、非磁性体からなる磁性体埋込み部4bと一体形成されている。なお、本実施例では磁性体5a、5bの個数をそれぞれ8個としているが勿論これには限定されず、端面4cにN極、S極が交互に等間隔で臨むものであれば他の個数の態様のものでもよい。

一方、第1シャフトの小径部2側の外周面1aには端面4cに面し、かつ端面4cと微少空隙を有する円板形のピックアップ部材(非磁性材)7が嵌合・固着されており、ピックアップ部材7の入力側の端面7aには端面7aに外接してアウターリング8とその内方にインナーリング9とが設けられている。また、端面4cに面したピックアップ部材7の端面7bには磁性体5aあるいは5bからの磁気力を受けて磁路となる磁路片10aと磁路片10bとが磁性体5aおよび5bとそれぞれ1対1で応答するように8個づつ交互に同心円状でかつ等間隔になるように配設され、磁路片10aはアウターリング8に磁路片10bはインナーリング9に連結される。磁路片10aとアウターリング8とは第1ピックアップ路11を構成し、磁路片10bとインナーリング

9とは第2ピックアップ路12を構成する。ここで、コモンリング6、磁路片10a、10b、アウターリング8およびインナーリング9は磁力線を通し易い材質のものが望ましく、例えばパーマロイ、フェライト等で作られており、前記の磁性体5a、5bから発した磁気力を磁路片10a、10bを介してアウターリング8およびインナーリング9に誘導する。ところで、磁路片10a、10bは前記の磁性体5a、5bと同様に非磁性体からなるピックアップ部材7内に一体形成されており、定常時(すなわち、トルクが0のとき)では第3図の正面図に示すように磁性体5aあるいは5bが磁路片10aおよび10bの丁度中間に位置するように構成されている。したがって、磁性体5aから磁路片10aに至るまでのギャップ空間1aと磁性体5aから磁路片10bに至るまでのギャップ空間1bとは互いに等しく、同様に磁性体5bから磁路片10bまでのギャップ空間1bと磁性体5bから磁路片10aまでのギャップ空間1aとは相等しい。したがって、第1図に示すように第1シャフト1に円周方向A(あるいはB)の回転力が加わると前記ギャップ空間1a、1bはその回転力に応じてそれぞれ所定量づつ変化する。さらに、上述したアウターリング8とインナーリング9との間にはこれらリングやピックアップ部材7と非接触でかつアウターリング8からインナーリング9に(あるいはインナーリング9からアウターリング8に)かかる磁界と直角となるような位置にホール素子(磁気検出素子)13が配置され、ホール素子13はプリント基板14に接着材等で固着される。プリント基板14上にはホール素子13からの信号を検出・処理するための部材(図示せず)が配設されるとともに、プリント基板14はプリント基板に固着する支持部材14aを介して第1シャフト1に回転変位自在に嵌合される。なお、ホール素子13は固体のホール効果を利用したセンサであり、磁界の強さに比例した出力電圧を発生する素子であるが従来公知のものと同様のものが使用可能であるので詳しい説明は省略する。

次に、作用を説明する。

本発明に係るトルクセンサは、磁性体5a、5bから発した磁気力をホール素子13で検知する際に、第1シャフト1と第2シャフト3との間に生じた機械的な摆れ変位を磁性体5a、5bと磁路片10a、10bとの間のギャップ空間1a、1bの変化(換言すれば、空間磁路長の変化)として捉え、このギャップ空間1a、1bの変化により生じた磁束の流れ(磁路)と磁束量の変化をホール素子13により非接触で検知してトルクを検出している。統いて、第4、5図を用いて本発明の基本的な考え方を述べる。第4図(a)は定常的におけるトルク検出機構21の一部を模式的に示す図であり、同図(b)は前述の第1図に示したように回転力が円周方向Aの向きに加わった場合を示し、同図(c)は回転力が円周方向Bの向きに加わった場合を模式的に示している。また、第5図は定常時におけるトルク検出機構21の一部を模式的に示した斜視図で

ある。

定常時

トルクが加わっていないので第4図(a)に示すように磁性体5aから磁路片10aまでのギャップ空間1<sub>a</sub>と磁性体5aから磁路片10bまでのギャップ空間1<sub>b</sub>とはそれぞれ等しく、各々の磁性体と磁路片との位置関係はどの場所においても一様である。したがって、第5図に示すように1対の磁性体5a, 5bおよび磁路片10a, 10bを代表として例に採り説明することができる。いま、磁性体5aのN極から発した磁束は実線の矢印で示す如く、ギャップ空間1<sub>a</sub>を経て磁路片10aに入り、磁路片10aの先端部を通過してギャップ空間1<sub>b</sub>を経て磁性体5bのS極に到達する。同様に、磁性体5aのN極から発した磁束は一方ではギャップ空間1<sub>b</sub>を経て磁路片10bに入り、磁路片10bの先端部を通過してギャップ空間1<sub>a</sub>を経て磁性体5bのS極に到達する。5bのN極から発した磁束は何れもコモンリング6を通して磁性体5aのS極に到達する。このように、磁性体5a, 5b, 磁路片10a (あるいは10b) およびコモンリング6はギャップ空間1<sub>a</sub>, 1<sub>b</sub>を併んで1つの閉ループ状の磁気通路を形成しており、この磁路を主磁路と呼び、このときの磁束を $\phi_1$ と呼ぶ。

一方、磁性体5aのN極から発した磁束は、単に磁路片10a (あるいは磁路片10b) を通過して磁性体5bのS極に達する上述のような主磁路を形成するだけではなく磁路片10a, 10bの軸心方向 (アウターリング8およびインナーリング9方向) に向かうものも存在する。すなわち、同図一点鎖線の矢印で示すように磁性体5aのN極から発した磁束の一部は、ギャップ空間1<sub>a</sub>、磁路片10a、アウターリング8を経てホール素子13に至り、ホール素子13を直交してインナーリング9、磁路片10bおよびギャップ空間1<sub>b</sub>を経由し、磁性体5bのS極に帰還するバイパス磁路を形成している (この方向でバイパス磁路を通る磁束を $\phi_2$ と呼ぶ)。ところで、磁性体5aのN極で発した磁気力は、一方では磁路片10b側にも等しく印加しており (但し、極性は異なる)、同図破線の矢印で示すように上述した場合とは逆向きのルートでバイパス磁路を形成している (この逆向きの流れでバイパス磁路を通る磁束を $-\phi_2$ と呼ぶ)。この場合、ホール素子13に印加する磁界的強さは、実際上、透磁率の大きい磁路材やコモンリング6に比して透磁率が極めて小さいギャップ空間1<sub>a</sub>あるいは1<sub>b</sub>の大きさの差異により決定される。また、磁路片10a, 10b、アウターリング8、インナーリング9およびコモンリング6の各部材は定常時、非定常時とも共通の透磁路を形成していることから、これら各部材に経年変化等による劣化があってもトルクの検出精度の低下を来たさない。

このように、トルクが加わらない定常時にあっては、主磁路を流れる磁束 $\phi_1$ がバイパス磁路を流れる磁束 $-\phi_2$ よりも極めて大きい ( $|\phi_1| > |\phi_2|$ ) ことから、実際上はホール素子13が配設されているバイパス磁路に

は殆ど磁束は流れ込まない。また、ギャップ空間1<sub>a</sub>, 1<sub>b</sub>は互いに等しいので、多少の洩れ磁束 $|\phi_2|$ があっても前記磁束 $\phi_2$ 、 $-\phi_2$ は等しい大きさ ( $|\phi_2| = -\phi_2$ ) となり互いに相殺し合ってホール素子13は感応せずトルクは検出されない。

ここで、本発明では上記バイパス磁路における磁束変化をトルク検出のパラメータとしている。すなわち、バイパス磁路の途中にホール素子13を設けている。一方、主磁路についてはトルクの変化により磁束の変化が生じるもの、検出対象としていない。但し、主磁路の磁束によってもトルク検出が可能であり、本出願人はこれを他出願として提案する意向である。そのため、以後はバイパス磁路における磁束変化に着目して具体的な作用を説明していく。

非定常時 (トルクが加わった場合)

第4図(b)に示すように回転力が円周方向Aの向きに加わったときは磁性体5aから磁路片10aまでのギャップ空間1<sub>a</sub>と磁性体5bから磁路片10bまでのギャップ空間1<sub>b</sub>は何れも大きくなり、逆に磁性体5aから磁路片10bまでのギャップ空間1<sub>b</sub>と磁性体5bから磁路片10aまでのギャップ空間1<sub>a</sub>とは何れも小さくなる。これに伴ってバイパス磁路の磁束 $-\phi_2$ の磁路抵抗は減少し、主磁路 $\phi_1$ の磁路抵抗は大きくなる。したがって、磁束の流れは定常時に優勢であった主磁路の $\phi_1$ からバイパス磁路の方に移行していくとともに、磁束 $-\phi_2$ が磁束 $\phi_1$ よりも大きくなっている。その程度はA方向に加わる振れ角の大きさに比例する (第6図参照)。例えば、A方向の回転力によりホール素子13に印加する磁界的向きを正方向とし、その出力電圧がプラスの値となるようにホール素子13の出力を設定すれば、第6図に示すように発生トルクの大きさおよび方向そして静止トルクを適切に検出することができる。また、第4図(c)に示すように回転力が円周方向Bの向きに加わったときは磁束 $\phi_1$ が磁束 $-\phi_2$ よりも大きくなり、上記の場合とは逆向きのトルクを検出することができる。

このように、本実施例では磁性体5a, 5bから発した磁気力をホール素子13で検知する際に、第1シャフト1と第2シャフト3との間に生じた振れ変位が磁性体5a, 5bと磁路片10a, 10bとの間のギャップ空間1<sub>a</sub>, 1<sub>b</sub>の変化としてどうぞられ、このギャップ空間1<sub>a</sub>, 1<sub>b</sub>の変化が磁界的強さの変化としてピックアップ部材7と非接触で設けられたホール素子13により正確に検知される。したがって、従来の問題点で述べたように、相対回転変位を軸方向変位に変換するもの等の従来装置に比して回転部分がなく構造を極めて簡素にすることができる、応答性や信頼性に優れ、かつ測定精度の良いトルクセンサを低コストで実現することができる。また、構造が簡単なことに加えてモールド部材4やピックアップ部材7の取り付け後にホール素子13等の調整を行うことができるため、これら各部材の取り付けにおいて高い精度の要求される困難

な工作を必要としない。しかも、本発明では回転トルクの情報を非接触で検出しているので、測定精度面の向上は元より、耐摩耗性、保安性等の信頼性を飛躍的に向上させることができるべきばかりか、従来の装置同様静止トルクをも精度よく検出することができる。

以上のような特徴を有する本発明を例えれば、自動車の操舵力検出用としてステアリング装置に適用すれば操舵力を制御に極めて好適である。

なお、本実施例では回転トルク検出の例として回転角が±6°のみの様子を示しているが、これに限らず、例えば磁性体や磁路片およびシャフトの振れ剛性を調節することにより広範囲な静動トルクをも検出できることは勿論である。

また、本発明では第1シャフトの先端部を振れ変位の発生が可能な構造として第2シャフトに連結する構成としているが、この第1シャフトと第2シャフトとは別々の部材であっても、あるいは本実施例のように第1、第2実施例とも1つの部材で形成されるものであってもよいことは言うまでもない。

(効果)

本発明によれば、第1シャフトの先端部を振れ変位の発生が可能な構造として第2シャフトに連結し、この連結部の周囲を取り囲むように所定数のN極およびS極を固定磁極として交互に配設して第2シャフトに固定し、これらのN極およびS極と同数の第1ピックアップ路第1ピックアップ路および第2ピックアップ路をそれぞれ各\*

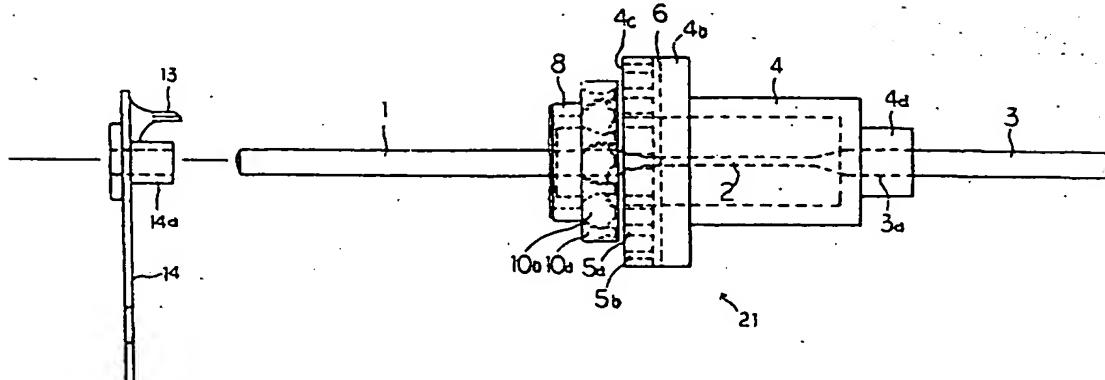
\* 磁極の中間位置に対向するように配設するとともに、第1、第2ピックアップ路を流れる磁束の変化を検出する磁気検出素子を第1シャフトに非接触で設け、第2シャフトに対して第1シャフトが振れ変位したとき前記N極が第1ピックアップ路あるいは第2ピックアップ路の何れの側に近接するかによって第1、第2ピックアップ路を流れる磁束量を変化させ、この磁束の変化から第2シャフトに対する第1シャフトの振れ変位を検出するようしているので、構造が簡単で応答性が良く静止、回転に拘らず低コストで精度良く非接触でトルクを検出することができる。

【図面の簡単な説明】

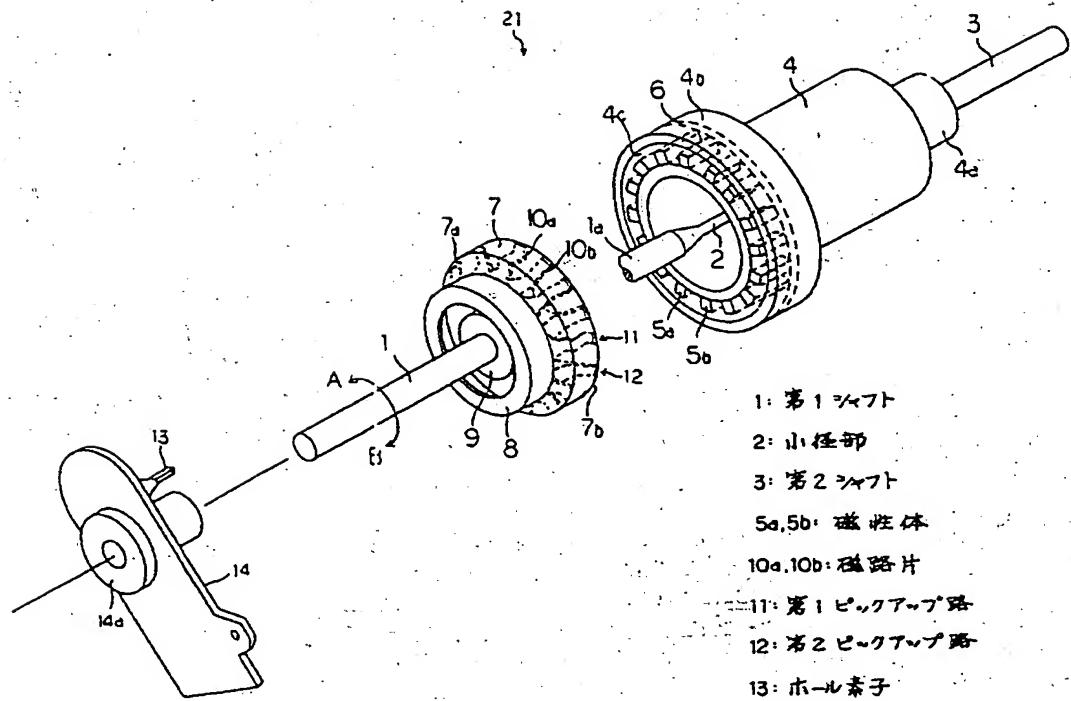
第1～6図は本発明の一実施例を示す図であり、第1図はその分解斜視図、第2図はその縦側面図、第3図はその正面図、第4図はその作用を説明するための模式図、第5図はその作用を説明するために模式的に示した斜視図、第6図はその効果を説明するための回転トルクの特性図である。

- 1 ……第1シャフト、
- 2 ……小径部、
- 3 ……第2シャフト
- 5a, 5b ……磁性体、
- 10a, 10b ……磁路片、
- 11 ……第1ピックアップ路、
- 12 ……第2ピックアップ路、
- 13 ……ホール素子（磁気検出素子）。

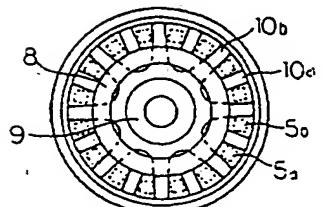
【第2図】



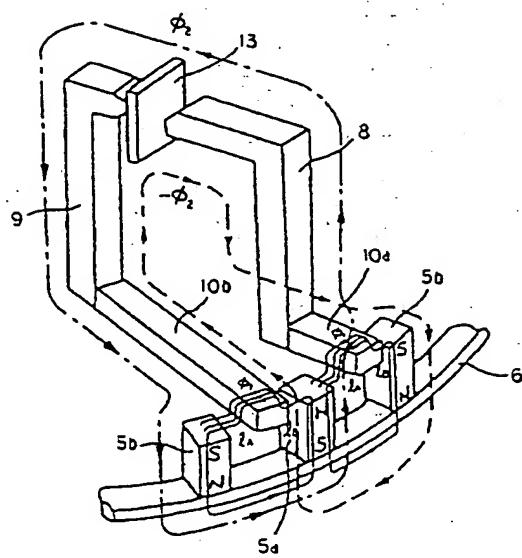
【第1図】



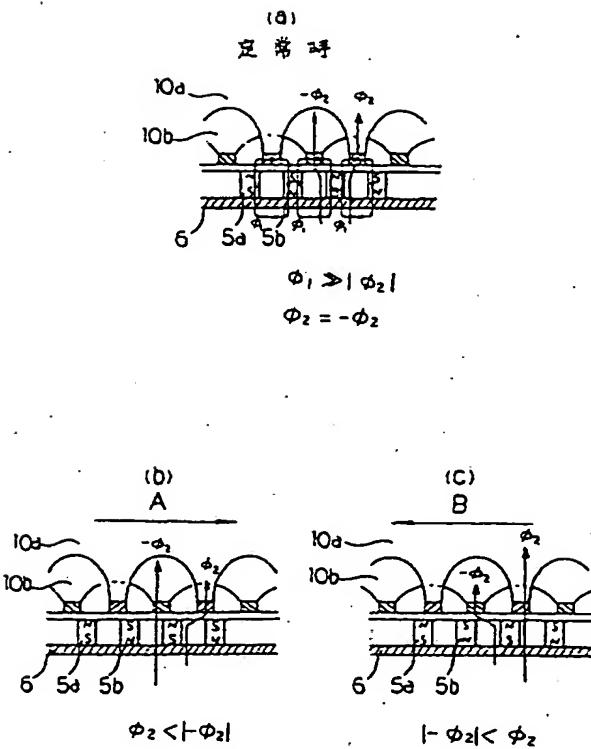
【第3図】



【第5図】



【第4図】



[第6図]

